

# 燃料デブリ取出しに伴い発生する廃棄物のフッ化技術を用いた分別方法の研究開発 (8) 集光加熱による温度勾配下での模擬 MCCI 生成物調製及び分析

Fluorination Method for Classification of the Waste Generated by Fuel Debris Removal

## (8) Preparation and Analysis of the Simulated MCCI Products by Light-Concentrating Heating under Temperature Gradient

\*高野 公秀<sup>1</sup>, 須藤 彩子<sup>1</sup>, 渡邊 大輔<sup>2</sup>

<sup>1</sup>IAEA, <sup>2</sup>日立GE

フッ化試験に供するため、コンクリート片上にウランを含む炉心構成材料を置いて集光加熱により温度勾配下で熔融固化して模擬 MCCI 生成物を調製し、切断面の観察・分析により生成相を明らかにした。

**キーワード：**福島第一原子力発電所, MCCI, 模擬燃料デブリ, 集光加熱

**1. 緒言** 福島第一原子力発電所事故で生じた可能性のある炉心熔融物-コンクリート相互作用 (MCCI) 生成物を模擬するため、U を含む炉心構成材料をコンクリート片上で集光加熱により高温反応させ、上下方向の温度勾配により熔融固化部と未熔融コンクリート部からなる模擬廃棄物試料 (模擬 MCCI 生成物) を調製し、フッ化試験に供給した。切断面の観察・分析により熔融固化部の生成相と組織を調べた結果を報告する。

**2. 試験方法** 焼結法で作製した平均組成  $U_{0.718}Zr_{0.239}Gd_{0.043}O_2$  で表される二酸化物固溶体、SUS316L、 $ZrH_2$  の各粉末を 64.3/28.8/8.9 wt% で混合し、直径 10 mm、重量 1.44 g のディスク形状に成型した。直径 22 mm、高さ 18 mm の SUS304 製薄肉型枠内に固化したコンクリート片 (約 11 g) の上表面に、断熱のための  $ZrO_2$  粉末 0.10 g を敷き、その上に成型体を置いて集光加熱に供した。Ar 気流中で成型体表面に集光し、熔融進展具合をビデオカメラで常時モニタしながらランプ出力を調整し、4 kW で 1 分程度保持した後に出力を下げ、冷却固化した (図 1 参照)。同様の条件で 7 個調製した試料のうち、分析用の 1 個から型枠を剥がして樹脂包埋し、鉛直に切断して断面を研磨した後、X 線回折 (XRD)、光学顕微鏡、走査型電子顕微鏡及びエネルギー分散型 X 線元素分析 (SEM/EDX) により組織観察と生成相の分析を行った。

**3. 観察・分析結果** 断面全体像と組織観察像を図 2 に示す。全体像 A 中の波線より上側 (全体のおよそ上半分) は液相が生成した領域である。代表的な組織は、観察像 B に示すようにケイ酸ガラス中に U と Zr を主成分とした微細な二酸化物が分散析出したものであり、予め添加した Gd に加えて Ca、Al、Fe、Cr が低濃度で固溶している。一方、ケイ酸ガラスにはコンクリート構成元素以外に Zr、U、Cr、Gd が溶解している。コンクリートからの脱水により金属 Zr 全量と SUS316L の大部分が酸化し、金属として残ったのは Ni を主成分とした粒子状の Ni-Fe 合金であった (観察像 D)。ガラス中の溶解度を越えた Fe と Cr の酸化物は、観察像 C 中に数十  $\mu m$  の角張った結晶として見られる  $FeCr_2O_4$  型スピネルとして析出していた。熔融固化部分の XRD プロファイルの定性分析により、立方晶 (U 高濃度) 及び正方晶 (Zr 高濃度) の  $(U, Zr)O_2$  と上記スピネルの生成を確認した。熔融固化部を上層、中層、下層の三領域に区分すると、酸化物の析出は中層で密であり、ケイ酸ガラスの元素組成にも各領域間で相違が見られた。

本報告は、日本原子力研究開発機構からの受託事業として、日立 GE ニュークリア・エナジー (株) が実施した令和 3 年度「燃料デブリ取出しに伴い発生する廃棄物のフッ化技術を用いた分別方法の研究開発」において、原子力機構が連携先機関として実施した成果です。

\*Masahide Takano<sup>1</sup>, Ayako Sudo<sup>1</sup> and Daisuke Watanabe<sup>2</sup>

<sup>1</sup>IAEA, <sup>2</sup>Hitachi-GE

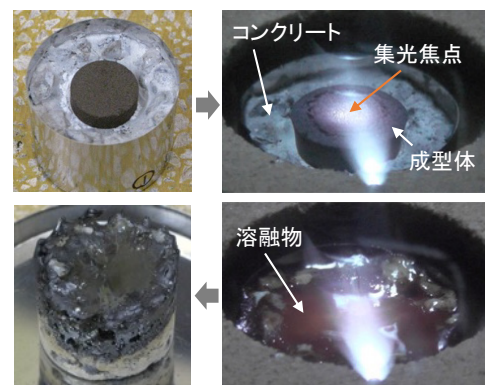


図 1 加熱前後及び加熱中の試料外観

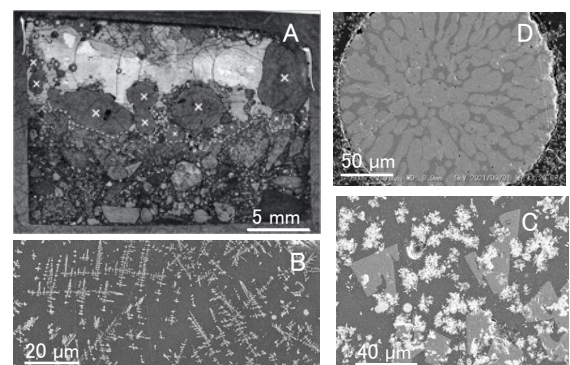


図 2 試料断面全体像と組織観察像  
(全体像の×印は気泡部分)